

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Juli 2005 (14.07.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/064774 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02K 23/26**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/002515

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. November 2004 (15.11.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 61 811.2 30. Dezember 2003 (30.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

[DE/DE]; Ahornweg 1, 77815 Buehl (DE). **STRUPP, Michael** [DE/KR]; Kumhori Buyongm 232, Cheongwon-gun 363-946 (KR). **AMBACH, Gerlinde** [DE/DE]; Gartenstrasse 4, 88131 Bodolz (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

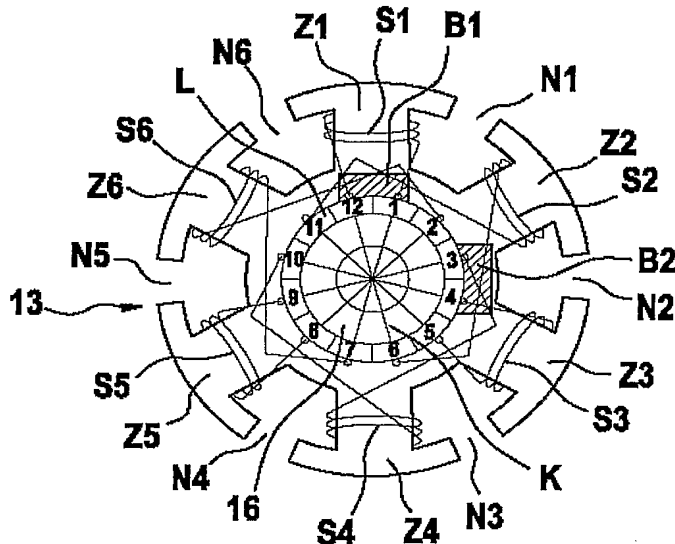
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ROOS, Gerald**

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRICAL MACHINE WITH A COMMUTATOR ARMATURE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT KOMMUTATORLÄUFER



(57) Abstract: The invention relates to an electrical machine comprising at least four exciter poles in the stator (11) and comprising a commutator armature (13) having a number of slots (N1-N6) and pole teeth (Z1-Z6) on the periphery that exceeds the number of exciter poles, and comprising twice the number of commutator lamellae (L) serving to supply power from coils (S1-S6) via at least two carbon brushes (B1, B2). Said coils are wound on each of the pole teeth, and contact bridges (K) connect opposing lamellae (L) to one another. In order to improve the commutation of the coils on the armature (13) and the formation of torque, the invention provides that, with an even number of slots, pole teeth and coils, from the coils (S1, S2) placed on adjacent pole teeth (Z1, Z2), the beginning and end of one coil (S1) are directly connected to adjacent lamellae (L1, L12), and the beginning and end of the other coil (S2) are connected to adjacent lamellae (L12, L11) via a contact bridge (K).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit mindestens vier

Erregerpolen im Stator (11) und mit einem Kommutatorläufer (13), der eine Anzahl von Nuten (N1-N6) und Polzähnen (Z1-Z6) am Umfang aufweist, die grösser als die Anzahl der Erregerpole ist und mit einer doppelt so grossen Anzahl von Kommutatorlamellen (L), die über mindestens zwei Kohlebürsten (B1, B2) zur Stromversorgung von Spulen (S1-S6) dienen, welche auf jeweils einen der Polzähne gewickelt sind, wobei Kontaktbrücken (K) jeweils einander gegenüberliegende Lamellen (L) miteinander verbinden. Um die Kommutierung der Spulen am Läufer (13) sowie die Drehmomentausbildung zu verbessern, ist vorgesehen, dass bei einer geraden Anzahl von Nuten, Polzähnen und Spulen von den auf benachbarten Polzähnen (Z1, Z2) angeordneten Spulen (S1, S2) jeweils Anfang und Ende der einen Spule (S1) unmittelbar auf benachbarte Lamellen (L1, L12) und Anfang und Ende der anderen Spule (S2) über eine Kontaktbrücke (K) auf benachbarte Lamellen (L12, L11) geschaltet sind.

WO 2005/064774 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

5

10

Elektrische Maschine mit Kommutatorläufer

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit mindestens vier Erregerpolen im Stator und mit einem Kommutatorläufer nach der Gattung des Anspruchs 1.

20

Aus der Druckschrift DE 197 57 279 C1 ist es bekannt, bei einem vierpoligen Elektromotor einen Kommutatorläufer mit 12 Kommutatorlamellen und 12 daran angeschlossene Spulen zu verwenden, um eine geringe Momentenwelligkeit und eine gute Kommutierung zu erzielen. Dabei sind die einander diametral gegenüberliegenden Lamellen über Kontaktbrücken miteinander verbunden, um die Stromversorgung des Läufers symmetrisch zu gestalten und mit nur einem Bürstenpaar sicher zu stellen.

25

Die Kontaktbrücken werden beim Wickeln der Spulen hergestellt, indem zunächst von einer Lamelle aus eine Spule gewickelt wird und anschließend über die benachbarte Lamelle mit dem Spulendraht eine Kontaktbrücke zur gegenüberliegenden Lamelle gelegt wird, um von dort aus im Wechsel die weiteren Spulen und Kontaktbrücken herzustellen.

30

35

Dabei werden die Läuferspulen paarweise auf

gegenüberliegenden Seiten mit zwei sogenannten Flyern hergestellt und die Kontaktbrücken werden anschließend durch Verdrehen des Läufers um 180° gebildet. Bei derartigen Maschinen ist es insbesondere für kleine Baugrößen recht aufwendig die hohe Anzahl von Spulen in die Nuten des Läufers einzuwickeln. Außerdem kreuzen sich die über drei Polzähne gewickelten Spulen an den Wickelköpfen, was zu einer großen Ausladung der Wickelköpfe führt. Durch den großen Wickelschritt über drei Nuten erhält man außerdem lange Wickelkopf-Verbindungen, die sowohl materialaufwendig sind als auch zu hohen Wärmeverlusten führen.

Aus der Druckschrift US-PS 4,532,449 ist ferner eine elektrische Maschine mit Kommutatorläufer bekannt, bei dem die Anzahl der Läuferspulen nur noch halb so groß wie die Anzahl der Kommutatorlamellen ist. Dort werden fünf Spulen von einem Bürstenpaar über zehn Lamellen versorgt. Die Spulen werden dabei als Einzelzahnwicklungen durchgewickelt, indem jeweils von einer zur nächsten Spule ein Polzahn übersprungen wird. Anfang und Ende der Spulen werden jeweils mit Lamellen kontaktiert, zwischen denen je eine Lamelle frei bleibt. Diese freien Lamellen werden zur Stromversorgung der Spulen über Kontaktbrücken mit den ihnen gegenüberliegenden Lamellen verbunden, die mit den Spulen in Verbindung stehen. Diese Lösung hat den Nachteil, dass die Kommutierungsvorgänge unter den beiden um 90° zueinander versetzten Kohlebürsten zeitlich versetzt stattfinden, wodurch die kommutierenden Spulen einseitig radial wirkende Kräfte verursachen, die zu Geräuschentwicklungen sowie zu einseitigen Belastungen der Läuferlager mit entsprechend größerem Lagerverschleiß führen können. Außerdem tritt durch eine erhöhte Lamellenspannung bei zehn statt zwölf Lamellen ein verstärktes Bürstenfeuer auf, welches die Lebensdauer des Kommutators und damit auch die Lebensdauer der Maschine beeinträchtigen kann.

Mit der vorliegenden Lösung wird angestrebt, bei elektrischen Maschinen, deren Anzahl von Läuferspulen nur halb so groß wie die Lamellenanzahl ist, die Kommutierung zu verbessern und die auch in kleinen Baugrößen ohne Spulenkreuzungen an den Wickelköpfen herstellbar sind.

Vorteile der Erfindung

Die elektrische Maschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch die neue Zuordnung der Spulen zu den Lamellen die Spulen einerseits als Einzelzahnspulen eine geringe axiale Wickelkopf-Länge und -Ausladung haben und dass andererseits mitsamt der Kontaktbrücken eine bessere Kommutierung und damit eine höhere Lebensdauer erzielt wird.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen ergeben sich vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der im Hauptanspruch angegebenen Merkmale.

So ergibt sich im Hinblick auf eine hohe Momentenbildung eine besonders günstige Flussverteilung in den Spulen dadurch, dass die in der einen Drehrichtung gesehen benachbarten Spulen mit ihren Anfängen und Enden auf die in der anderen Drehrichtung gesehen benachbarten Lamellen gelegt sind. Zweckmäßigerweise sind dabei die Anfänge und Enden der benachbarten Spulen abwechselnd direkt beziehungsweise indirekt über eine der Kontaktbrücken auf benachbarte Lamellen gelegt. Ferner ist es für die Herstellung der Spulen durch Wickelautomaten vorteilhaft, wenn die auf benachbarten Polzähnen angeordneten Spulen jeweils unmittelbar oder mittelbar über eine der Kontaktbrücken zueinander in Reihe geschaltet sind. Zweckmäßigerweise werden dabei die benachbarten Spulen

abwechselnd unmittelbar beziehungsweise über eine der Kontaktbrücken zueinander in Reihe geschaltet. In besonders einfacher Weise sind dabei alle Spulen und Kontaktbrücken durchgehend von einem Wickeldraht hergestellt, wobei
5 zweckmäßigerweise mittels Wickelautomaten die Spulen und Kontaktbrücken im Wechsel durchgehend gewickelt sind.

Um die Kontaktbrücken möglichst geordnet an den Wickelköpfen der Spulen verlegen zu können, wird vorgeschlagen, dass
10 mindestens ein Teil der Kontaktbrücken, vorzugsweise sämtliche Kontaktbrücken von der Kommutatorseite des Läufers weg durch dessen Nuten auf die dem Kommutator abgewandte Seite verlegt sind. Um dabei die Kontaktbrücken an der
15 Läuferückseite nicht durch ein dort angebrachtes Lager zu beschädigen, sind sie zweckmäßigerweise um mindestens einen und höchstens zwei benachbarte Zähne des Läufers geführt. Um auch Anfang und Ende der Spulen möglichst geordnet auf die
20 jeweiligen Lamellen des Kommutators zu führen, wird ferner vorgeschlagen, dass Anfang und Ende jeder zweiten Spule von der Kommutatorseite durch benachbarte Nuten auf die
25 Läuferückseite gelegt werden. Das Wickelschema für alle Spulen und Kontaktbrücken ist dabei in vorteilhafter Weise so ausgebildet, dass alle Spulen und Kontaktbrücken mittels eines sogenannten Flyers oder einer sogenannten Nadel am
Läufer durchwickelbar sind.

Zeichnung

Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand der
30 Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße elektrische Maschine in der
Vorderansicht,

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel mit dem Läufer der
35 Maschine aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung,

mit sechs Spulen auf sechs Polzähnen und einen
Kommutator mit zwölf Lamellen und zwei Bürsten,
Figur 3 zeigt das Wickelschema für den Läufer nach Figur 2.
Figur 4 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel den Läufer
5 gemäß Figur 2, jedoch mit anders verschalteten
Spulen und
Figur 5 zeigt dazu das entsprechende Wickelschema.
Figur 6 zeigt als drittes Ausführungsbeispiel ein
dreiteiliges Wickelschema für die sechs Spulen
10 eines Läufers gemäß Figur 2, mit einer weiteren
Variante der Verschaltung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

15 In Figur 1 ist ein permanent magnetisch erregter vierpoliger
Gleichstrommotor als elektrische Maschine in einer
Vorderansicht dargestellt und mit 10 bezeichnet. Derartige
Maschinen werden bevorzugt für Stellantriebe und dergleichen
in Kraftfahrzeuge eingesetzt und müssen bei hohen
20 Belastungen möglichst über die ganze Lebensdauer des
Fahrzeugs zuverlässig arbeiten. Dementsprechend muss ihr
Aufbau möglichst robust sein. Die elektrische Maschine 10
hat einen vierpoligen Stator 11, der über einen
Arbeitsluftspalt 12 mit einem Kommutatorläufer 13,
25 nachfolgend Läufer genannt, zusammenwirkt. Der Läufer 13
besteht aus einem Blechpaket 14, dass auf einer beidseitig
gelagerten Läuferwelle 15 befestigt ist. Am Umfang des
Blechpaketes 14 sind sechs gleichmäßig verteilte Polzähne Z
angeordnet, zwischen denen jeweils Nuten N zur Aufnahme von
30 sechs Spulen S ausgebildet sind. Die Spulen S sind als
Einzelzahnspulen um je einen Polzahn Z durch Wickelautomaten
hergestellt. Die Spulen S werden dabei in besonderer Weise
mit einem an der Rückseite des Blechpaketes 14 auf die
Läuferwelle 15 aufgesetzten Kommutator verschaltet.

Figur 2 zeigt in einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung den Läufer 13 in vergrößerter Darstellung von der Rückseite. Dort ist ein Kommutator 16 mit gleichmäßig am Umfang verteilten zwölf Lamellen L angeordnet, die mit zwei ortsfesten Kohlebürsten B1 und B2 zusammenwirken. Die Kohlebürsten sind um 90° gegeneinander versetzt und werden zum Betrieb der elektrischen Maschine mit Gleichstrom versorgt. Um bei einer vierpoligen Maschine die Stromversorgung des Läufers symmetrisch zu gestalten und mit nur einem Bürstenpaar sicherzustellen, sind die jeweils einander diametral gegenüberliegenden Lamellen L des Kommutators 16 jeweils über separate Kontaktbrücken K miteinander verbunden. Dort sind die sechs Spulen mit S1 bis S6, die sechs Polzähne mit Z1 bis Z6 und die sechs Nuten mit N1 bis N6 bezeichnet.

Für eine günstige magnetische Durchflutung des Läufers mittels der sechs Spulen N ist eine geradzahlige Spulenzahl von Bedeutung; denn durch die gleichzeitige Kommutierung der nunmehr sich jeweils einander gegenüberliegenden Spulen S addieren sich die durch die Kommutierung verursachten radialen Kraftkomponenten an den sich gegenüberliegenden Zähnen Z zu Null. Desweiteren ist für die Erzielung einer möglichst hohen Momentbildung am Läuferumfang die Verschaltung der Spulen S mit den Kommutatorlamellen L von Bedeutung. Dabei ist vorgesehen, dass von den auf benachbarten Polzähnen Z angeordneten Spulen S jeweils Anfang und Ende der einen Spule S unmittelbar auf zueinander benachbarte Lamellen L und Anfang und Ende der anderen Spule S über eine der Kontaktbrücken K auf zueinander benachbarte Lamellen L geschaltet sind. Außerdem sind die auf benachbarten Polzähnen Z angeordneten Spulen S jeweils abwechselnd unmittelbar beziehungsweise mittelbar über eine der Kontaktbrücken K zueinander in Reihe geschaltet.

Für eine möglichst starke Ausbildung des Läuferdrehmomentes ist ferner von Bedeutung, dass die in der einen Drehrichtung gesehen benachbarten Spulen S mit ihren Anfängen und Enden jeweils auf die in der anderen Drehrichtung gesehen benachbarten Lamellen L gelegt sind. Dies erfolgt übereinstimmend bei allen drei Ausführungsbeispielen, bei denen die benachbarten Spulen S abwechselnd direkt und indirekt über eine der Kontaktbrücken K miteinander verbunden sind.

Zur näheren Erläuterung der Spulenverschaltung mit dem Kommutator 16 zeigt Figur 3 das Wickelschema für die Spulen S1 bis S6 des Läufers 13 aus Figur 2. Zur Erläuterung des Wickelschemas nach Figur 3 dient ferner die Wickeltabelle 1, die zur automatischen Herstellung der sechs Spulen S1 bis S6 und der sechs Kontaktbrücken K1 bis K6 und deren Kontaktierung an den Lamellen L1 bis L12 des Kommutators 16 in eine Steuerung eines Wickelautomaten eingegeben werden kann.

Wickeltabelle 1

S/K	Lamelle		Nut	Windg.	Nut		Lamelle
S1	1	>	1	42	6	>	12
K1	12	>				>	6
S2	6	>	1	42	2	>	11
K2	11	>				>	5
S3	5	>	3	42	2	>	4
K3	4	>				>	10
S4	10	>	3	42	4	>	3
K4	3	>				>	9
S5	9	>	5	42	4	>	8
K5	8	>				>	2
S6	2	>	5	42	6	>	7
K6	7	>				>	1

Aus der Wickeltabelle 1 ist erkennbar, dass alle sechs Spulen S und Kontaktbrücken K durchgehend von einem Spulendraht herzustellen sind. Ferner ist erkennbar, dass dort die Spulen S und Kontaktbrücken K im Wechsel durchgehend gewickelt sind. Dabei wird im Einzelnen wie folgt vorgegangen:

Beginnend mit der Spule S1 in Figur 2 und 3 wird der Wickeldraht 17 zunächst an Lamelle L1 befestigt, dann der Anfang der Spule S1 durch die Nut N1 gelegt, sodann werden 42 Windungen um den Polzahn Z1 gewickelt, um dann das Spulenende durch die Nut N6 an der Lamelle L12 zu befestigen. Anschließend wird ohne Unterbrechung des Spulendrahts die erste Kontaktbrücke K1 von Lamelle L12 zur Lamelle L6 gelegt. Von dort wird der Anfang Spule S2 durch die Nut N1 gelegt, die Spule S2 mit 42 Windungen um den Zahn Z2 gewickelt und das Ende durch Nut 2 zur Lamelle L11 geführt. Anschließend wird von dort die Kontaktbrücke K2 von Lamelle L1 zur Lamelle L5 gelegt. Von dort wird dann der Anfang der Spule S3 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z3 gewickelt und das Ende durch die Nut N2 zur Lamelle L4 gelegt. Dann folgt die Brücke K3 von Lamelle L4 zu Lamelle L10. Anschließend wird der Anfang der Spule S4 von Lamelle 10 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z4 gewickelt und das Ende durch Nut N4 auf Lamelle L3 gelegt. Dann folgt die Kontaktbrücke K4 von Lamelle L3 auf Lamelle L9. Von dort wird der Anfang der Spule S5 durch die Nut N5 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z5 gewickelt und das Spulenende durch Nut N4 auf Lamelle L8 gelegt. Nun folgt die Kontaktbrücke K5 von Lamelle L8 auf Lamelle L2. Anschließend wird die Spule S6 mit ihrem Anfang von Lamelle L2 durch die Nut N5 gelegt, mit 42 Windungen auf den Polzahn Z6 gewickelt und das Ende durch die Nut N6 auf Lamelle L7 gelegt. Zum Abschluss wird dann noch die Kontaktbrücke K6 von Lamelle 7

auf Lamelle 1 gelegt. Der Wickeldraht wird hier schließlich abgetrennt. Zur besseren Übersicht sind in Figur 3 die Nuten N sowie die Lamellen L durchnummeriert.

Am Kommutator 16 des Läufers nach Figur 2 können die Kontaktbrücken K auch separat hergestellt und mit den jeweils einander gegenüberliegenden Lamellen verschaltet werden. In diesem Falle werden auch die sechs Spulen S einzeln, paarweise oder zu dritt gleichzeitig hergestellt und mit ihren Lamellen L kontaktiert. Die Wickeltabelle 2 zeigt für diesen Fall die entsprechende Schrittfolge für einen Wickelautomaten:

Wickeltabelle 2

S/K	Lamelle		Nut	Windg.	Nut		Lamelle
S1	1	>	1	42	6	>	12
S2	6	>	1	42	2	>	11
S3	5	>	3	42	2	>	4
S4	10	>	3	42	4	>	3
S5	9	>	5	42	4	>	8
S6	2	>	5	42	6	>	7

Dort wird der Anfang der Spule S1 von Lamelle L1 durch die Nut N1 mit 42 Windungen um den Zahn Z1 gewickelt und das Ende durch die Nut 6 auf Lamelle L12 gelegt, wo der Wickeldraht 17 gekappt wird. Der Anfang der Spule S2 wird dann von Lamelle L6 durch Nut N1 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf Zahn Z2 gewickelt und das Ende durch die Nut N2 auf Lamelle L11 gelegt. Der Anfang der Spule S3 wird nun von Lamelle L5 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Zahn Z3 gewickelt und das Ende durch die Nut N2 auf Lamelle L4 gelegt. Der Anfang der Spule S4 wird von Lamelle 10 durch die Nut N3 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z4 gewickelt und das Ende durch die Nut N4 auf Lamelle L3 gelegt. Der Anfang der Spule S5 wird

von Lamelle L9 durch die Nut N5 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Zahn Z5 gewickelt und das Ende durch die Nut N4 auf Lamelle L8 gelegt. Schließlich wird noch die Spule S6 mit ihrem Anfang von Lamelle L2 durch die Nut N5 gelegt, mit 42 Windungen um den Zahn Z6 gewickelt und das Ende durch die Nut N6 auf Lamelle L7 gelegt. Die Spulen S1, S3 und S5 sowie die Spulen S2, S4, S6 können jeweils auch gleichzeitig durch einen entsprechenden Wickelautomaten hergestellt werden, da ihre Verschaltungen mit den ihnen zugeordneten Lamellen jeweils gleich sind wie dies aus Figur 2 und 3 zu entnehmen ist.

In Figur 4 ist als zweites Ausführungsbeispiel der gleiche Läufer 13 mit sechs Polzähnen Z, sechs Spulen S und zwölf Lamellen L am Kommutator 16 dargestellt, wobei jedoch die Spulen S in einer anderen Folge mit den Lamellen L verschaltet sind. Dies ist durch das in Figur 5 dargestellt Wickelschema erkennbar, das nunmehr mit Hilfe der Wickeltabelle 3 für die sechs Spulen S und Kontaktbrücken K aus Figur 4 und 5 näher erläutert wird. Alle Spulen S1 bis S6 und Kontaktbrücken K1 bis K6 lassen sich gemäß dieser Wickeltabelle von einem Wickelautomaten durchgehend herstellen. Dabei ist wie folgt vorzugehen:

Wickeltabelle 3

S/K	Lamelle		Nut	Windg.	Nut		Lamelle
S1	1	>	6	42	1	>	12
K1	12	>				>	6
S2	6	>	2	42	1	>	11
K2	11	>				>	5
S3	5	>	2	42	3	>	4
K3	4	>				>	10
S4	10	>	4	42	3	>	3
K4	3	>				>	9
S5	9	>	4	42	5	>	8
K5	8	>				>	2
S6	2	>	6	42	5	>	7
K6	7	>				>	1

Der Wickeldraht 17 wird zunächst an der Lamelle 1 befestigt und der Anfang der Spule S1 wird sodann von der Lamelle L1 durch die Nut N6 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z1 gewickelt und das Ende durch die Nut N1 auf Lamelle L12 gelegt. Ohne Unterbrechung folgt nun die Kontaktbrücke K1 von Lamelle L12 zur Lamelle L6. Danach wird die Spule S2 mit ihrem Anfang von Lamelle L6 durch die Nut N2 mit 42 Windungen um den Zahn Z2 gewickelt und das Ende durch die Nut N1 auf Lamelle L11 gelegt. Anschließend folgt die Kontaktbrücke K2 von Lamelle L11 zur Lamelle L5. Dann wird der Anfang der Spule S3 von Lamelle L5 durch die Nut N2 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z3 gewickelt und das Ende durch die Nut N3 auf Lamelle L4 gelegt. Danach wird die Kontaktbrücke K3 von Lamelle L4 auf Lamelle L10 gelegt. Nun wird der Anfang der Spule S4 von Lamelle L10 durch die Nut N4 gelegt, die Spule mit 42 Windungen um den Polzahn Z4 gewickelt und das Ende durch die Nut N3 auf Lamelle L3 gelegt. Es folgt die Kontaktbrücke K4 von Lamelle L3 auf Lamelle L9. Dann wird die Spule S5 mit ihrem Anfang von Lamelle L9 durch die Nut N4 gelegt, die Spule mit 42 Windungen auf den Polzahn Z5 gewickelt und das Ende durch die Nut N5 auf Lamelle L8 gelegt. Es folgt die Kontaktbrücke K5 von Lamelle L8 zur Lamelle L2. Die Spule S6 wird nun mit ihrem Anfang von Lamelle L2 durch die Nut N6 verlegt, dann mit 42 Windungen um den Polzahn Z6 gewickelt und das Ende durch die Nut N5 auf Lamelle L7 gelegt. Schließlich folgt noch die Kontaktbrücke K6, die von Lamelle L7 zur Lamelle L1 gelegt wird. Damit ist die Läuferwicklung vollständig und der Wickeldraht 17 wird an Lamelle L1 gekappt.

In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Verschaltung der Spulen S und Kontaktbrücken K am Läufer 13 nach Figur 2 dargestellt. Die Figur 6 zeigt dabei das

Wickelschema, welches zur besseren Übersicht in die Abschnitte a, b und c aufgegliedert ist. Dabei zeigt der Abschnitt a einen ersten Wickelzug mit den Spulen S1 und S2 und den Kontaktbrücken K1 und K2. Der Abschnitt b zeigt einen weiteren, sich daran anschließenden Wickelzug mit den Spulen S3 und S4 sowie den Kontaktbrücken K3 und K4. Der Abschnitt c zeigt schließlich den sich daran anschließenden letzten Wickelzug mit den Spulen S5 und S6 und den Kontaktbrücken K5 und K6. Dort ist erkennbar, dass die Spulenanfänge und -enden zum Teil, sowie die Kontaktbrücken K vollständig von der Kommutatorseite weg durch Nuten N auf die dem Kommutator abgewandte Seite des Läufers 13 verlegt wurden. Die Kontaktbrücken K sind dabei auf der Rückseite des Läufers um jeweils zwei Polzähne Z herumgeführt. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind alle Spulen S und Kontaktbrücken K mit einem Wicklungsdraht 17 mittels Wickelautomaten durchwickelbar herzustellen, was nunmehr mit Hilfe der Wickeltabelle 4 erläutert wird. Entsprechend dem Wickelschema nach Figur 6 ist auch die Wickeltabelle in die Abschnitte a, b und c aufgegliedert. Danach ergibt sich die folgende Schrittfolge:

Wickeltabelle 4

S/K	Lam.		Nut	Wdg.	Nut	Nut	Wdg.	Nut	Wdg.	Nut		Lam.
S1	1	>	6	42	1						>	12
K1	12	>	6	1	4						>	6
S2	6	>	3	1/2	1	2	41	2	1/2	6	>	11
K2	11	>	5	1	3						>	5
S3	5	>	2	42	3						>	4
K3	4	>	2	1	6						>	10
S4	10	>	5	1/2	3	4	41	4	1/2	2	>	3
K4	3	>	1	1	5						>	9
S5	9	>	4	42	5						>	8
K5	8	>	4	1	2						>	2
S6	2	>	1	1/2	5	6	41	6	1/2	4	>	7
K6	7	>	3	1	1						>	1

Zunächst wird im Abschnitt a des Wickelschemas der Wickeldraht 17 mit Lamelle L1 kontaktiert und der Anfang A der Spule S1 wird in die Nut N6 gelegt, danach werden 42 Windungen um den Zahn Z1 gewickelt und dann das Ende durch die Nut N1 auf die Lamelle L12 gelegt. Es folgt jetzt die Kontaktbrücke K1, die von Lamelle L12 durch die Nut 6 zur Rückseite des Läufers gelegt wird und von dort durch die Nut N4 zur Lamelle L6 geführt wird. Von Lamelle L6 wird nun die Spule S2 mit ihrem Anfang durch die Nut N3 zur Rückseite des Läufers und von dort zur Nut N1 geführt, dann werden über die Nut N2 41 Windungen auf den Polzahn Z2 gewickelt und schließlich das Ende von der Nut N2 über die Rückseite des Läufers zur Nut N6 und von dort schließlich zur Lamelle L11 gelegt. Jetzt folgt die Brücke K2, die von Lamelle L11 durch die Nut N5 zur Läuferrückseite geführt wird und von dort über zwei Zähne durch die Nut N3 zurückgeführt und zur Lamelle L5 gelegt wird. Die Fortführung erfolgt nun im Abschnitt b des Wickelschemas von Lamelle L5. Von dort wird der Anfang der Spule S3 durch die Nut N2 gelegt und die Spule mit 42 Windungen um den Polzahn Z3 gewickelt, wobei das Ende durch die Nut N3 auf die Lamelle L4 gelegt wird. Es folgt die Kontaktbrücke K3, die von Lamelle L4 durch die Nut N2 auf die Läuferrückseite gelegt, von dort über zwei Zähne Z durch die Nut N6 zurückgeführt und dann auf Lamelle L10 gelegt wird. Es folgt die Spule S4, die mit ihrem Anfang von Lamelle L10 durch die Nut N5 hindurch und auf der Läuferrückseite zur Nut N3 geführt wird, dann durch die Nut N4 mit 41 Windungen um den Zahn Z4 gewickelt wird, wobei dann das Ende von der Nut N4 über die Läuferrückseite zur Nut N2 überführt und schließlich auf Lamelle L3 gelegt wird. Es folgt die Kontaktbrücke K4, die von Lamelle L3 über die Nut N1 zur Läuferrückseite geführt, von dort über zwei Polzähne Z durch die Nut N5 zur Lamelle L9 gelegt wird. Es folgt nun im dritten Abschnitt c des Wickelschemas die Spule S5, wobei zunächst der Anfang von Lamelle L9 durch die Nut

N4 gelegt, die Spule mit 42 Windungen gewickelt und dann das Ende durch die Nut N5 auf Lamelle L8 gelegt wird. Von dort folgt die Kontaktbrücke K5, die von Lamelle L8 durch die Nut N4 zur Läuferückseite geführt wird und von dort über zwei Polzähne Z hinweg durch die Nut N2 zur Lamelle L2 gelegt wird. Jetzt folgt die Spule S6, deren Anfang von Lamelle 2 durch die Nut N1 zur Läuferückseite geführt wird und von dort über die Nut N5 und N6 mit 41 Windungen um den Zahn Z6 gewickelt wird, wobei das Ende von der Nut 6 über die Läuferückseite durch die Nut N4 hindurch auf Lamelle L7 gelegt wird. Schließlich wird noch die Kontaktbrücke K6 von der Lamelle L7 durch die Nut N3 auf die Läuferückseite geführt und von dort über zwei Polzähne Z durch die Nut N1 wieder zurückgeführt. Das Ende E des Wicklungsdrahtes gelangt von dort wieder zur Lamelle L1.

Die Besonderheit bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 ist, dass dort nicht nur die Kontaktbrücken K von der Kommutatorseite weg zur Rückseite des Läufers verlegt werden, sondern in gleicher Weise auch Anfang und Ende einer jeden zweiten Spule durch jeweils benachbarte Nuten auf die dem Kommutator abgewandte Seite des Läufers verlegt werden. Dadurch erhält man auf der Kommutatorseite eine optimale Drahtführung, indem dort der Wicklungsdraht jeweils von den Lamellen auf kürzestem Weg zu einer Nut geführt wird.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, da die Spulen auf unterschiedlichste Weise mit den Lamellen des Kommutators zu verschalten sind. So können die Spulen und Kontaktbrücken beispielsweise auch in umgekehrter Folge von Wickelautomaten hergestellt werden. Auch können die Kontaktbrücken am Kommutator im Bedarfsfall separat hergestellt sein. Außerdem kann es zweckmäßig sein, den Kommutator 16 gegenüber den Nuten des Läufers 13 mehr oder weniger stark in die eine

oder andere Richtung versetzt auf der Läuferwelle 15 zu befestigen, so dass zwischen dem Polzahn Z1 und dem Lamellenschlitz zwischen Lamelle L1 und Lamelle L12 ein mehr oder weniger großer Versetzungswinkel α auftritt, um auf diese Weise fertigungstechnisch günstige Verbindungen zwischen den Läuferlamellen und den Spulen zu bekommen. In den Ausführungsbeispielen ist ein Versetzungswinkel $\alpha = 0^\circ$ realisiert. Da die Kontaktbrücken K jeweils einander gegenüberliegende Lamellen L miteinander verbinden, können die Kontaktbrücken wahlweise in die eine oder andere Richtung am Läufer herumgeführt werden, wie dies in den Ausführungsbeispielen nach Figur 3 und 5 erkennbar ist. Entsprechendes gilt aber auch für die Kontaktbrücken, die gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 6 auf die Läuferückseite verlegt sind. Außerdem ist es auch möglich, diese Kontaktbrücken nicht über zwei Polzähne gemäß Figur 6 sondern über jeweils nur einen Polzahn durch die benachbarte Nut wieder zur Kommutatorseite zurück zu führen.

Die Erfindung ist auch nicht auf vierpolige Maschinen beschränkt, da in gleicher Weise auch acht- und zwölfpolige Maschinen mit einem Kommutatorläufer auszurüsten sind, bei dem dann von den zwölf oder achtzehn Spulen die jeweils benachbarten Spulen abwechselnd unmittelbar oder über eine Kontaktbrücke auf benachbarte Lamellen gelegt werden.

Ansprüche

- 5 1. Elektrische Maschine mit mindestens vier Erregerpolen im
Stator (11) und mit einem Kommutatorläufer (13), der eine
Anzahl von Nuten (N) und Polzähnen (Z) am Umfang
aufweist, die größer als die Anzahl der Erregerpole ist,
mit einer Anzahl von Kommutatorlamellen (L), die doppelt
10 so groß wie die Anzahl der Polzähne ist, und mit
mindestens einem Paar ortsfester Kohlebürsten (K), die um
eine Polteilung der Erregerpole zueinander versetzt mit
den Lamellen des Kommutators zur Stromversorgung von
Spulen (S) zusammenwirken, welche auf jeweils einen der
15 Polzähne gewickelt sind, wobei jeweils die sich diametral
gegenüberliegenden Lamellen über Kontaktbrücken (K)
miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass
bei einer geraden Anzahl von Nuten (N), Polzähnen (Z) und
Spulen (S) von den auf benachbarten Polzähnen (Z1, Z2)
angeordneten Spulen (S1, S2) jeweils Anfang und Ende der
20 einen Spule (S1) unmittelbar auf zueinander benachbarte
Lamellen (L1, L12) und Anfang und Ende der anderen Spule
(S2) über eine der Kontaktbrücken (K1) auf zueinander
benachbarte Lamellen (L12, L11) geschaltet sind.
- 25 2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die in der einen Drehrichtung
gesehen benachbarten Spulen (S1, S2) mit ihren Anfängen
und Enden auf die in der anderen Drehrichtung gesehen
benachbarten Lamellen (L1, L12; L12, L11) gelegt sind.
- 30 3. Elektrische Maschine nach Anspruch 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Anfänge und Enden der
benachbarten Spulen (S1, S2) abwechselnd direkt
beziehungsweise indirekt über eine Kontaktbrücke (K1) auf
35 benachbarte Lamellen (L1, L12; L12, L11) gelegt sind.

4. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die auf benachbarten Polzähnen (Z1, Z2) angeordneten Spulen (S1, S2) jeweils unmittelbar oder mittelbar über eine der Kontaktbrücken (K) zueinander in Reihe geschaltet sind.
5. Elektrische Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die benachbarten Spulen (S1, S2) abwechselnd unmittelbar beziehungsweise über die Kontaktbrücke (K1) zueinander in Reihe geschaltet sind.
6. Elektrische Maschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass alle, vorzugsweise sechs Spulen (S) und Kontaktbrücken (K) durchgehend mit einem Wickeldraht (17) hergestellt sind.
7. Elektrische Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (S) und Kontaktbrücken (K) im Wechsel durchgehend gewickelt sind.
8. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Kontaktbrücken (K), vorzugsweise alle Kontaktbrücken, von der Kommutatorseite des Läufers (13) durch dessen Nuten (N) auf die dem Kommutator (16) abgewandte Seite des Läufers (15) verlegt sind.
9. Elektrische Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die zu der dem Kommutator (16) abgewandten Seite des Läufers (13) verlegten Kontaktbrücken (K) um mindestens einen Polzahn (Z) und um höchstens zwei Polzähne (Z) des Läufers (13) geführt sind.

10. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass Anfang und Ende einer jeden
zweiten Spule (S2) von der Kommutatorseite durch
benachbarte Nuten (N) auf die dem Kommutator (16)
abgewandte Seite des Läufers gelegt sind.

5

11. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass alle Spulen (S) und
Kontaktbrücken (K) mittels Wickelautomaten, insbesondere
mittels sogenannter Flyer oder Nadel am Läufer (13)
durchwickelbar sind.

10

1 / 3

Fig. 1

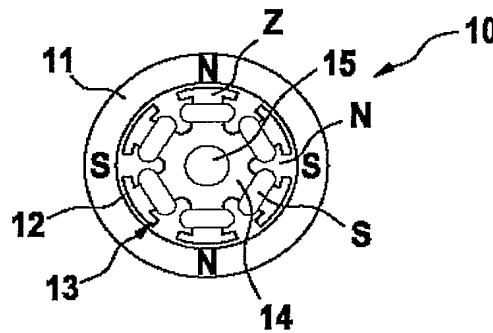


Fig. 2

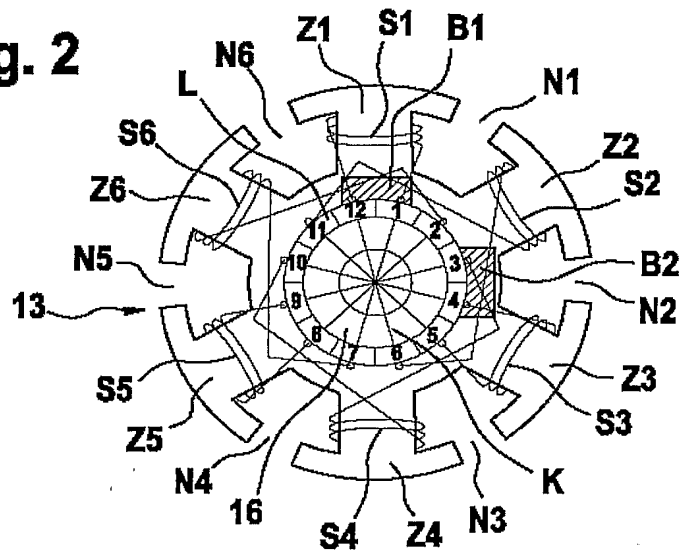
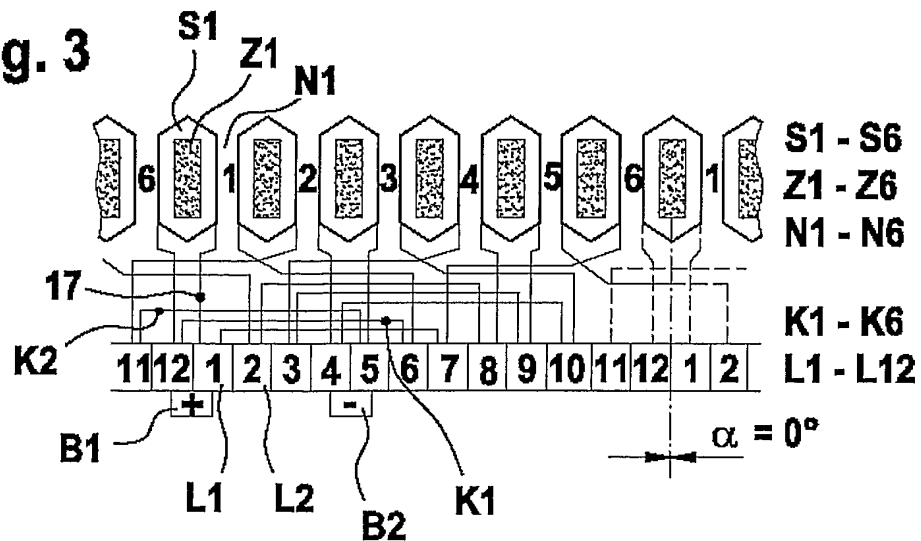


Fig. 3



2 / 3

Fig. 4

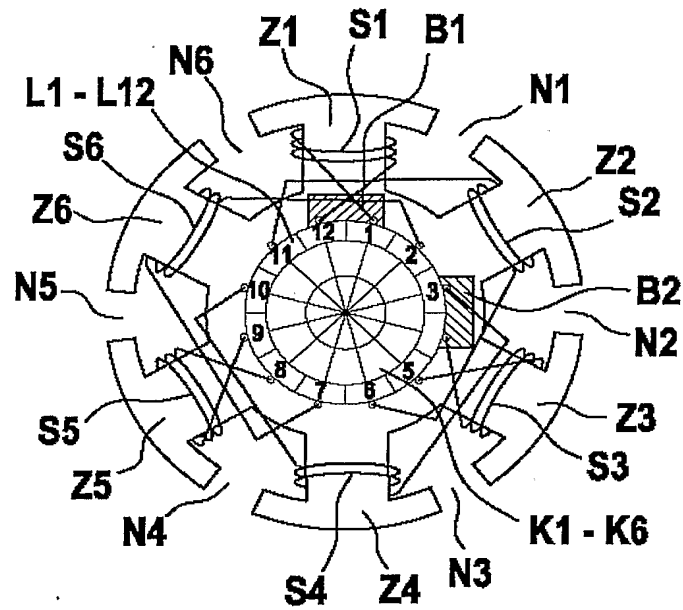
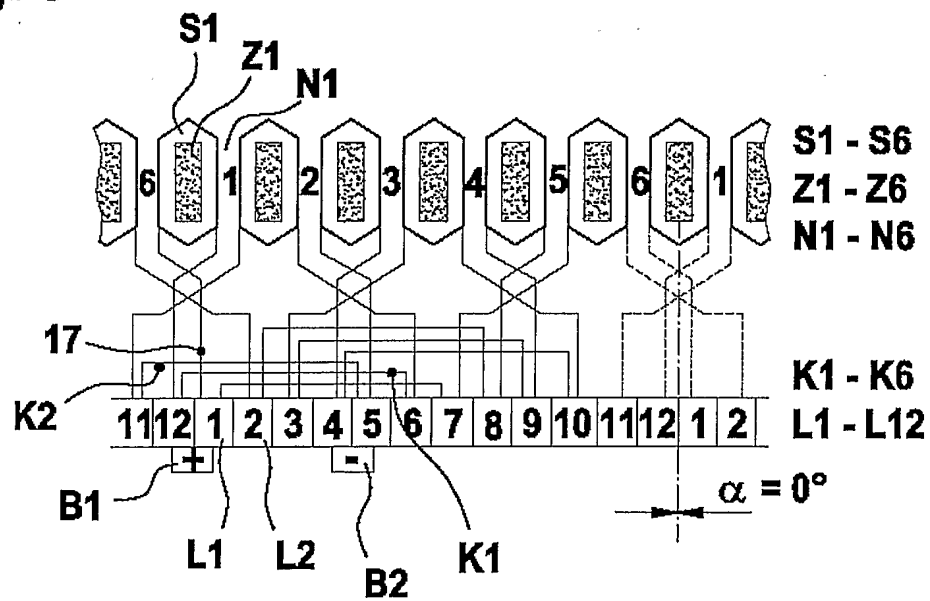
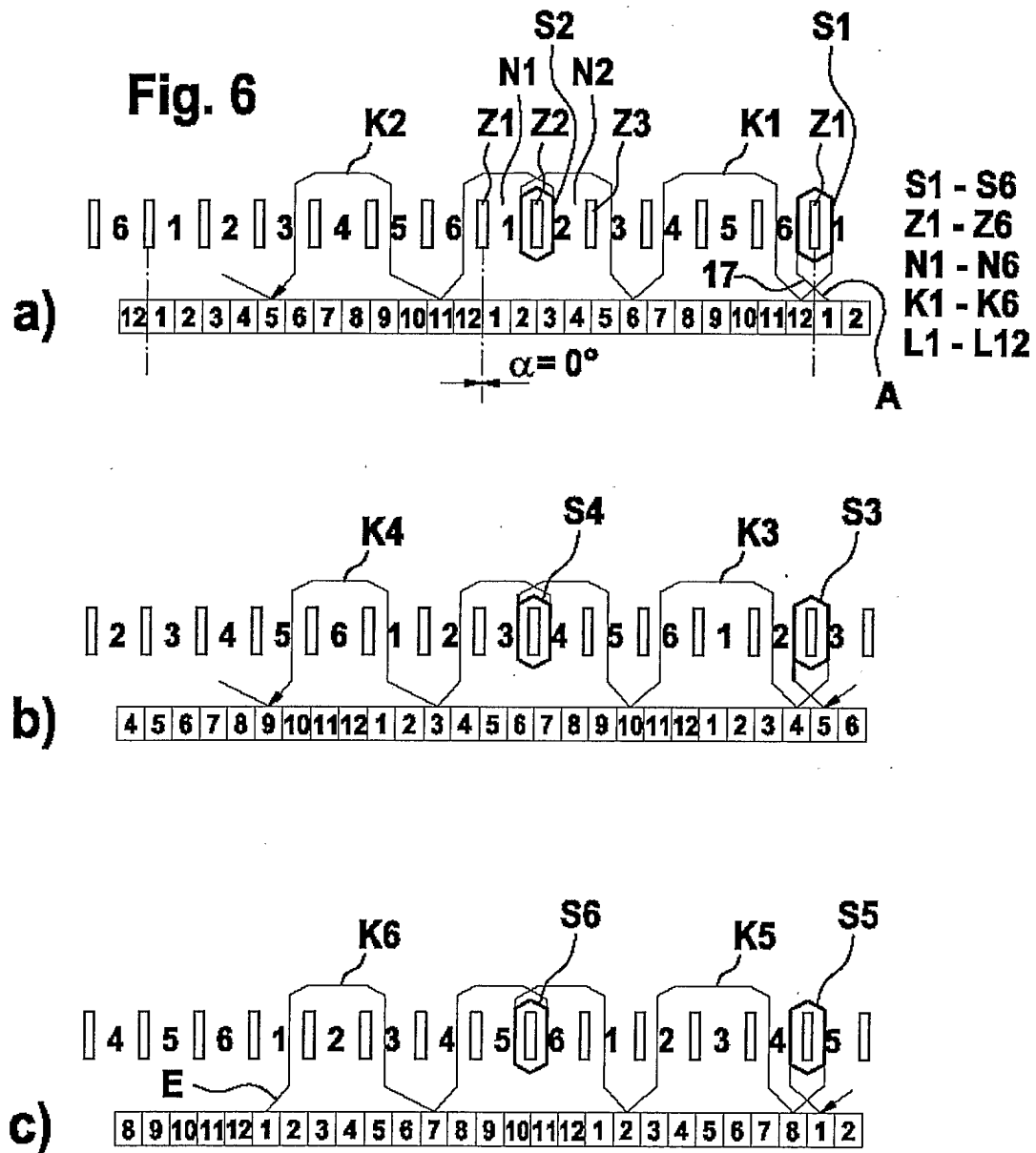


Fig. 5



3 / 3

Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/002515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H02K23/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 876 472 A (SHIRAKI ET AL) 24 October 1989 (1989-10-24)	1
A	column 16, line 18 - column 20, line 14; figures 1-5	2-11
A	CH 551 097 A (TAVKOEZLESI KUTATO INTEZET) 28 June 1974 (1974-06-28)	1-11
A	column 3, line 66 - column 3, line 20; figure 7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 September 1998 (1998-09-30) & JP 10 174403 A (DENSO CORP), 26 June 1998 (1998-06-26) abstract; figures 1,2,4	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 February 2005

Date of mailing of the international search report

18/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kugler, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002515

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4876472	A	24-10-1989	JP	1133551 A		25-05-1989
			JP	2535181 B2		18-09-1996
CH 551097	A	28-06-1974	HU	166782 B		28-05-1975
JP 10174403	A	26-06-1998	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H02K23/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 876 472 A (SHIRAKI ET AL) 24. Oktober 1989 (1989-10-24)	1
A	Spalte 16, Zeile 18 - Spalte 20, Zeile 14; Abbildungen 1-5	2-11
A	CH 551 097 A (TAVKOEZLESI KUTATO INTEZET) 28. Juni 1974 (1974-06-28)	1-11
A	Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 3, Zeile 20; Abbildung 7	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 11, 30. September 1998 (1998-09-30) & JP 10 174403 A (DENSO CORP), 26. Juni 1998 (1998-06-26) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4	1-11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

^A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

^E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

^L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

^O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

^P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

^T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

^X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

^Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

[&] Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kugler, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002515

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4876472	A	24-10-1989	JP	1133551 A	25-05-1989
			JP	2535181 B2	18-09-1996
CH 551097	A	28-06-1974	HU	166782 B	28-05-1975
JP 10174403	A	26-06-1998	KEINE		